

MODELO Entidad- Relación (E-R)

El objetivo de este modelo conceptual es desarrollar diagramas E-R que representen los requerimientos de información del mundo/empresa/sección de la realidad que se está modelando. Este modelo se desarrolló, para facilitar el diseño de BD.

Componentes del modelo E-R


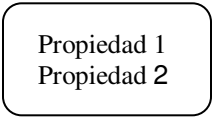
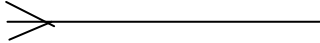
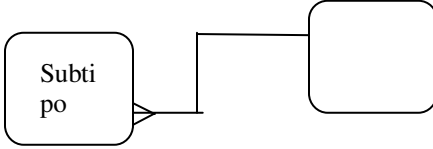
Entidades: Todo lo que existe y es capaz de ser descrito (sustantivos). Objetos significativos acerca de los cuales se necesita guardar información.

Relaciones: Forma como se asocian los objetos. La conexión que existe entre 2 o mas entidades (verbo).

Atributos o propiedades: Información específica que debe guardarse acerca del objeto. Elementos de información que describen a una entidad (sustantivo).

Subtipo: El tipo de entidad que es parte de otra, "Y" es un subtipo de "X" si y sólo si todo "Y" es por fuerza un "X".

Gráficamente

Concepto	Gráfico
Entidad	
Propiedad	
Relación	
Subtipos	

Características del modelo

- Un modelo E-R documenta los requerimientos de información de una organización en un formato claro y preciso.
- Los usuarios pueden entender fácilmente los diagramas que representan el modelo E-R.
- Un modelo E-R puede ser fácilmente desarrollado y refinado.
- Un modelo E-R suministra un diagrama claro del alcance de los requerimientos de información de una organización.
- Un modelo E-R provee un marco efectivo para la integración de múltiples aplicaciones, desarrollo de proyectos y/o compra de paquetes de aplicación.

Los requerimientos de información deben establecerse completamente durante la etapa del modelamiento conceptual (etapa de análisis), pues si los requerimientos cambian durante etapas posteriores del ciclo de vida del desarrollo, puede ser extremadamente costoso.

El modelo de datos conceptual es independiente del hardware o del software que se utilice para la implementación. Por tanto un modelo E-R puede ser implementado o convertido a una BD jerárquica, de red o relacional.

ENTIDADES: Son objetos significativos para la organización, acerca de los cuales es necesario conocer o guardar información.

Los objetos pueden ser nombrables y diferenciables. Ej.: Los siguientes podrían ser objetos significativos acerca de los cuales una empresa manufacturera necesita guardar información:

EMPLEADO, DEPARTAMENTO, PROYECTO

Las entidades suelen clasificarse en cinco categorías:

- **Sujetos:** Personas naturales y organizaciones; en general, todo ente capaz de generar transacciones o eventos dentro del modelo de datos. Ej.: Cliente, Alumno, Proveedor, Dependencia.

- **Eventos:** Transacciones propias del dominio, generalmente originadas por los sujetos y cuya acción recae sobre los objetos. Ej.: Despacho, Compra, Examen.

- **Objetos:** Pueden ser tangibles o intangibles, generalmente afectados por las transacciones originadas por los sujetos. Ej.: Item (de inventario), Cuenta (bancaria), Cuenta (de contabilidad), Evaluación.

- **Lugares:** Sitios donde residen los sujetos, se efectúan las transacciones o se producen o se almacenan los objetos. Ej.: Ciudad, País, Bodega, Planta, Aula.

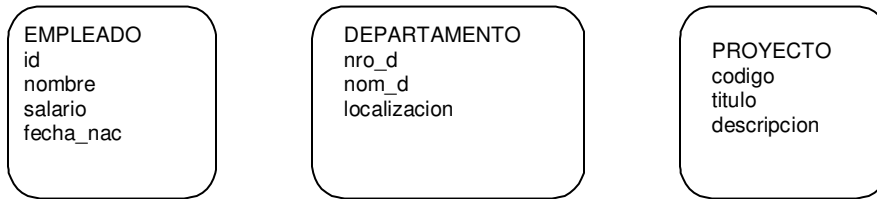
- **Abstracciones:** También llamadas entidades de referencia, son conceptos empleados para cualificar o tipificar otras entidades. Ej.: Tipo de cliente (empleado, particular, ahorrador); tipo de transacción; tipo de crédito (Hipotecario, de fomento, inversión); tipo de seguro.

Los atributos describen a las entidades y son las propiedades específicas que deben conocerse acerca de éstas. Ej.: Los posibles atributos para la entidad Empleado = (id_emp, nom_emp, fecha_nac, salario)

Una entidad debe tener atributos que necesiten ser conocidos desde el punto de vista del negocio u organización; de lo contrario no será una entidad para los requerimientos de ésta.

Convenciones para diagramar entidades:

- Se representan en rectángulos.
- Con nombres únicos en singular y en mayúsculas.
- Los atributos o propiedades en minúsculas. Ej.:



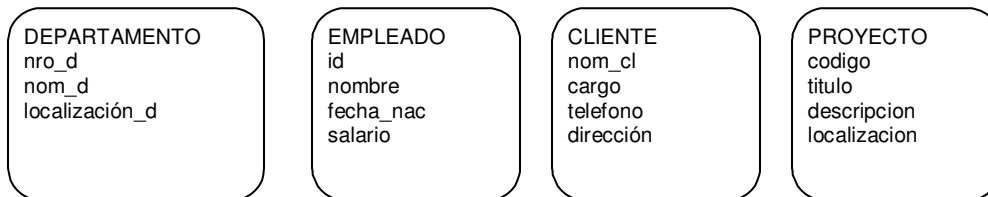
Cada entidad puede tener múltiples ocurrencias o ejemplares. Ej.: Son ocurrencias de la entidad Empleado:

Luis López, Ana Arboleda, Juan Jaramillo, una para cada empleado de la compañía. Cada instancia de una entidad tiene valores específicos para sus atributos. Ej.: La instancia Luis López tiene los siguientes atributos:

nom_emp: Luis López; id_emp: 2020; fecha_nac: 15/05/60; salario: 800.000

Cada ocurrencia o ejemplar debe ser identificable de manera única de otra ocurrencia de la misma entidad. Un atributo o conjunto de atributos que identifiquen de manera única una entidad, es llamado identificador Único (UID) o clave primaria. Ej.: Cada uno de los empleados tiene un número de identificación; éste número es candidato a ser el identificador único de la entidad EMPLEADO.

Ejercicio: Identifique para cada una de las siguientes entidades los atributos que podrían servir de identificadores únicos:



Si una entidad no puede ser identificada de manera única, ella no es una entidad. Los atributos que hacen parte del identificador único se señalan con el símbolo #.

Toda entidad tendrá que poder ser descrita como parte de la información de la organización para que tenga significado.

Ejercicio: Identifique y modele las entidades en el siguiente conjunto de requerimientos de información, determine los UID's. Luego haga una descripción de cada una de las entidades.

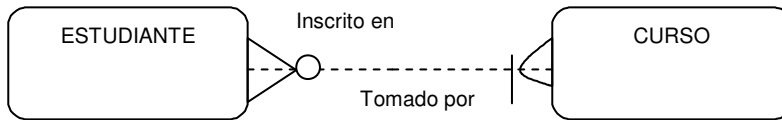
“Soy el gerente de una empresa que suministra cursos de computadores guiados por instructores. Allí se dictan muchos cursos cada uno de los cuales tiene un nombre, un código y un costo. Los cursos varían en duración desde un día hasta cuatro días. Un instructor puede dictar varios cursos. De cada instructor guardamos su nombre y su teléfono. Cada curso es dictado sólo por un instructor. Los estudiantes pueden tomar varios cursos a la vez. De ellos también guardamos su nombre y teléfono.

Sintaxis de una relación:

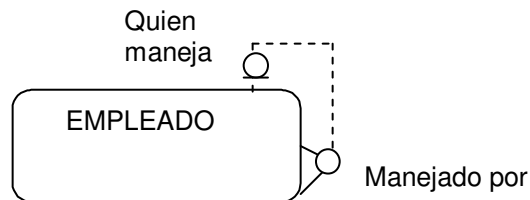
Ej.: La relación entre Instructor y Curso es:

Curso	
Nombre	Instructor
Java	Valentina
Manejo de Proyectos	Cristina
Bases de Datos	Valentina
Bases de Datos	Alicia

28



Cada ESTUDIANTE debe estar inscrito en uno o más CURSOS
 Cada CURSO puede ser tomado por cero, uno o más ESTUDIANTES



Cada EMPLEADO puede ser quien maneja cero, uno o más EMPLEADOS
 Cada EMPLEADO puede ser manejado por cero o uno y sólo un EMPLEADO

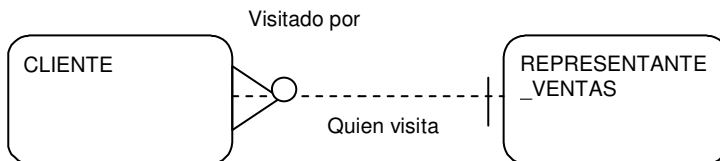
Conectividad de las relaciones:

De acuerdo a su conectividad las relaciones se clasifican en:

- Muchos a uno
- Muchos a muchos
- Uno a uno.

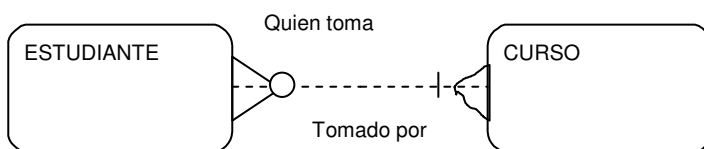
Las relaciones deben representar los requerimientos de información de la organización y sus reglas.

- Una relación Muchos a Uno (M:1) tiene conectividad de una o mas en una dirección y de una y sólo una en la otra dirección. Ej.: Hay una relación de M:1 entre cliente y representante de ventas.



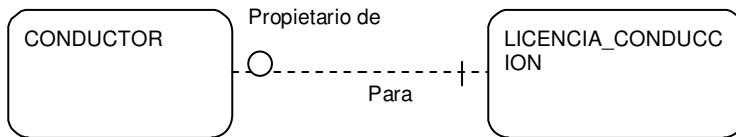
Este tipo de relaciones son muy comunes. Las relaciones M:1 mandatorias en ambas direcciones son escasas.

- Una relación Muchos a Muchos (M:N) tiene conectividad de uno o mas en ambas direcciones. Ej.: Hay una relación de M:N entre estudiante y curso.

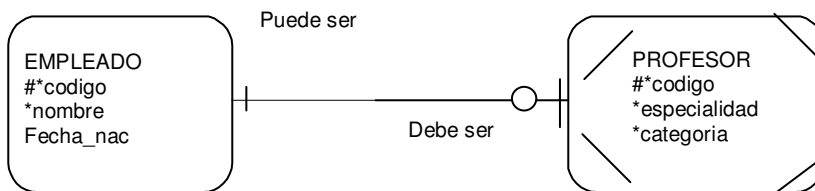


Este tipo de relaciones M:N son muy comunes. Las relaciones M:N son usualmente opcionales en ambas direcciones, aunque puede ser opcional en una dirección.

- Una relación de uno a uno (1:1) tiene conectividad de uno y sólo uno en ambas direcciones. Ej.: Hay una relación de 1:1 entre conductor y licencia de conducción.



Las relaciones 1:1 son escasas. Son útiles en la definición de relaciones supertipo/subtipo. Ej.:



Cada EMPLEADO puede ser un PROFESOR
Cada PROFESOR debe ser un EMPLEADO

Cardinalidad de una relación:

La cardinalidad de una relación define el número específico de ocurrencias de entidad asociadas con una ocurrencia de la entidad relacionada. En el modelo de Chen se expresa con el formato (x, y) donde **x** representa el valor mínimo mientras que **y** representa el valor máximo. En el modelo de C. W. Bachman (pata de gallo) sólo pueden representarse cardinalidades 0, 1 o M y combina la información de conectividad y cardinalidad en un solo conjunto de símbolos.

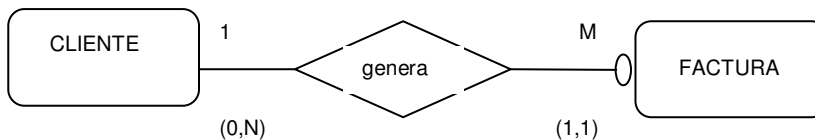


Diagrama de Chen

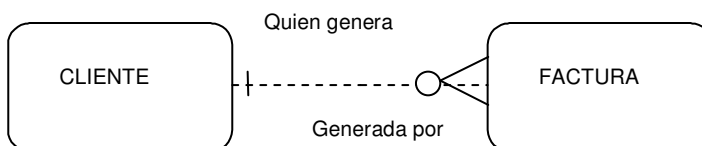
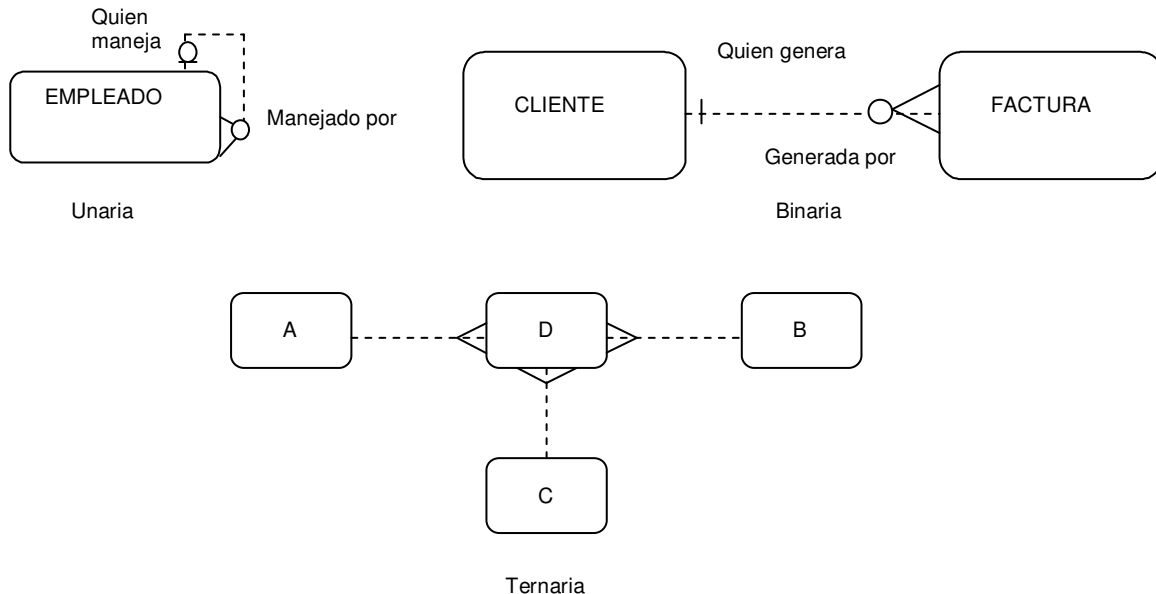


Diagrama de Bachman

Grado de una relación:

El grado de una relación indica el número de entidades participantes en la asociación. Se denomina **unaria** o recursiva a la relación que existe entre una entidad y sí misma. Una relación **binaria** es la que se da entre dos entidades y una relación **ternaria** es cuando tres entidades están asociadas.



Ejercicio: Dibuje un diagrama E-R para representar lo siguiente:

- 1- Cada cliente puede ser el que origina una o muchas órdenes.
- 2- Cada orden debe ser originada por uno y sólo un cliente.
- 3- Cada orden debe ser emitida para uno o muchos artículos.
- 4- Cada artículo puede ser comprado vía una o muchas órdenes.
- 5- Cada artículo debe ser almacenado en una y sólo una bodega.
- 6- Cada bodega puede ser el depósito de uno o más artículos.

Matriz de relaciones: Se usa como una ayuda para coleccionar inicialmente la información acerca de las relaciones entre un conjunto de entidades.

Convenciones para la matriz de relaciones:

- 1- Todas las entidades se listan al lado izquierdo y en la parte superior de la matriz.
- 2- Una matriz de relaciones muestra si cada entidad fila está relacionada con cada entidad columna y cómo.
- 3- Si una entidad fila está relacionada con una entidad columna, entonces el nombre de la relación es mostrado en el cuadro de intersección.
- 4- Si una entidad fila no está relacionado con una entidad columna, entonces se coloca un guión en el cuadro de intersección.
- 5- Cada relación arriba de la línea diagonal es la inversa o la imagen espejo de una relación abajo de la línea.
- 6- Las relaciones recursivas (entre una entidad y sí misma) son representadas por las posiciones sobre la diagonal.

Ej.: La siguiente matriz muestra el conjunto de relaciones entre tres entidades:

	EMPLEADO	DEPARTAMENTO	TAREA
EMPLEADO	_____	Asignado a	Quien ejecuta
DEPARTAMENTO	Responsable de	_____	_____
TAREA	Ejecutada por	_____	_____

Un EMPLEADO está relacionado a un DEPARTAMENTO y el nombre de la relación es **asignado a**.

Un DEPARTAMENTO está relacionado con un EMPLEADO y el nombre de la relación es **responsable de**.

Pasos a seguir para analizar y modelar relaciones:

- 1- Determine la existencia de una relación.
- 2- Dé nombre a cada dirección de la relación.
- 3- Determine la opcionalidad de cada dirección de la relación.
- 4- Determine la conectividad de cada dirección de la relación.
- 5- Lea la relación en voz alta para validarla.

- Para el paso No.1 examine cada par de entidades para determinar si existe una relación. Pregúntese: Hay una relación significativa entre A y B?

Ej.: Considere las entidades DEPARTAMENTO y EMPLEADO:

*Hay una relación significativa entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO? Si.

Considere ahora las entidades DEPARTAMENTO y TAREA:

*Hay una relación significativa entre ambas? No.

Utilice una matriz de relaciones sistemáticamente para examinar cada par de entidades.

Ej.: Registro de las relaciones entre TAREA, DEPARTAMENTO y EMPLEADO sobre una matriz de relaciones. La marca de chequeo indica que existe la relación:

	TAREA	EMPLEADO	DEPARTAMENTO
TAREA	_____	√	_____
EMPLEADO	√	_____	√
DEPARTAMENTO	_____	√	_____

- Para el paso No. 2 nombrar las relaciones. Pregúntese: Cómo está relacionada una entidad A a una entidad B?

Una entidad A es **nombre de la relación** a una entidad B.

Cómo está relacionada una entidad B a una entidad A?

Una entidad B es **nombre de la relación** a una entidad B.

Ej.: Considere la relación entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO:

*Cómo está relacionado un DEPARTAMENTO a un EMPLEADO?

Cada DEPARTAMENTO es **responsable de** un EMPLEADO.

*Cómo está relacionado un EMPLEADO a un DEPARTAMENTO?
Cada EMPLEADO está **asignado a** un DEPARTAMENTO.

Ej.: Registro de los nombres de las relaciones en la matriz:

Nota: No utilice como nombres de relaciones **asociado con** o **relacionado con** o **relacionado a**.

	TAREA	EMPLEADO	DEPARTAMENTO
TAREA	_____	Ejecutada por	_____
EMPLEADO	Quien ejecuta	_____	Asignado a
DEPARTAMENTO	_____	Responsable de	_____

- Para el paso No.3 determine la opcionalidad. Pregúntese: Debe la entidad A estar **nombre de la relación** entidad B? y

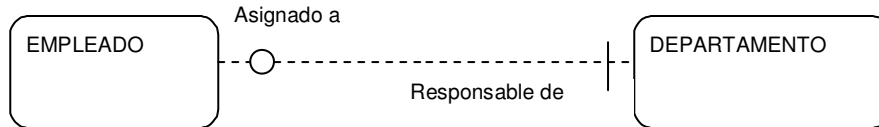
Debe la entidad B estar **nombre de la relación** entidad A?

Ej.: Considere la relación entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO:

*Debe un EMPLEADO estar **asignado a** un DEPARTAMENTO? Siempre.

*Debe un DEPARTAMENTO ser responsable de un EMPLEADO? No, un departamento no tiene que ser responsable de un empleado.

Ej.: Dibujo de las líneas de relaciones con los nombres de las relaciones:



- Para el paso No.4 determinar la conectividad de las relaciones. Pregúntese: Puede la entidad A estar **nombre de la relación** mas de una entidad B? y

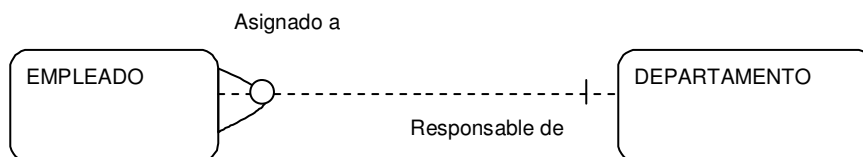
Puede la entidad B estar **nombre de la relación** mas de una entidad A?

Ej.: Considere las relaciones entre DEPARTAMENTO y EMPLEADO:

*Puede un EMPLEADO estar asignado a mas de un DEPARTAMENTO? No, sólo debe ser asignado a un departamento.

*Puede un DEPARTAMENTO ser responsable de mas de un EMPLEADO? Si, un departamento puede ser responsable de uno o mas empleados.

Ej.: Adicionar la conectividad de la relación al diagrama E-R:



- Para el paso No.5 validar las relaciones. Reexamine el modelo E-R y valide las relaciones. Las relaciones deben ser legibles y tener sentido.

Ej.: Lea la relación representada por el anterior diagrama.

*Cada EMPLEADO debe ser asignado a uno y sólo un DEPARTAMENTO.

*Cada DEPARTAMENTO puede ser responsable de uno o mas EMPLEADOS.

Ejercicio: Analizar y modelar las relaciones para el problema sobre la empresa que suministra cursos de computadores.

ATRIBUTOS: Son información acerca de una entidad, que necesita ser conocida o guardada. Sirven para : identificar, describir, cualificar, clasificar, cuantificar o expresar el estado de una entidad.

Ej.: Qué son algunos atributos de la entidad EMPLEADO:

- id_emp ---> identifica a un empleado.
- nom_emp ---> cualifica a un empleado.
- cargo ----> clasifica a un empleado.
- edad ---->cuantifica a un empleado.

Tipos de atributos

Los atributos se clasifican en: Simples, compuestos, multivaluados, derivados.

Los atributos **simples** son los que no se pueden dividir, por ejemplo edad, estado civil.

Los atributos **compuestos** son los que se pueden subdividir en atributos adicionales, por ejemplo teléfono puede subdividirse en código del área y número local.

Los atributos **multivaluados** son los que tienen múltiples valores, por ejemplo los títulos de un profesional, los teléfonos de una persona.

Los atributos **derivados** son los que pueden calcularse a través de otros atributos, generalmente no tiene que guardarse físicamente en la base de datos. Por ejemplo la edad de un empleado, puede calcularse restando de la fecha actual la fecha de nacimiento; el costo total de un pedido puede calcularse multiplicando la cantidad de artículos por el precio unitario.

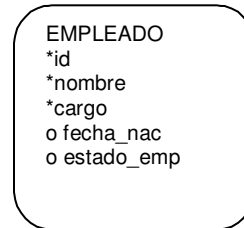
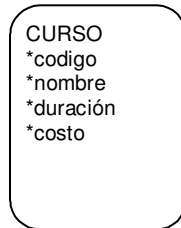
Características de los atributos:

- 1- Los nombres de los atributos deben ser claros para el usuario.
- 2- El nombre de la entidad es siempre un calificador del nombre del atributo, pero no debe incluirse en él. Ej.: edad del empleado.
- 3- Los nombres de los atributos deben ser específicos. Ej.: Si es cantidad, entonces cantidad pedida? ó cantidad devuelta? ... igualmente para los atributos fecha.
- 4- Un atributo debe ser asignado solamente a una entidad en particular.
- 5- Cada atributo debe tener un valor simple; los atributos multivaluados no son válidos. Ej.: Si tenemos la entidad ESTUDIANTE con atributos carné, nombre, nota; el atributo **nota** no tiene un valor simple ya que un estudiante puede tener muchas notas.
- 6- Un atributo repetitivo o multivaluado indica la ausencia de una entidad. Ej.: Si queremos saber todas las notas de un estudiante, la entidad EVALUACIÓN hace falta.
- 7- No deben existir atributos derivados o calculados de otros ya existentes (totales, promedios, máximo, mínimo), son redundantes y pueden contribuir a la inconsistencia de la BD (cuando halla que cambiar alguno de ellos).

Convenciones para su diagramación:

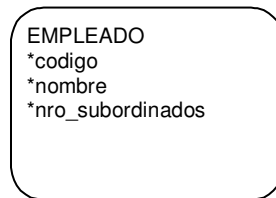
- Los nombres de los atributos son en singular y en minúsculas.

- La lista de nombres de atributos van en el rectángulo de la respectiva entidad.
- Si un valor debe ser conocido para cada ocurrencia de la entidad se marca con un * (atributo mandatorio).
- Si un valor puede ser conocido por cada ocurrencia de la entidad, marcarlo con una o (opcional). Ej.:

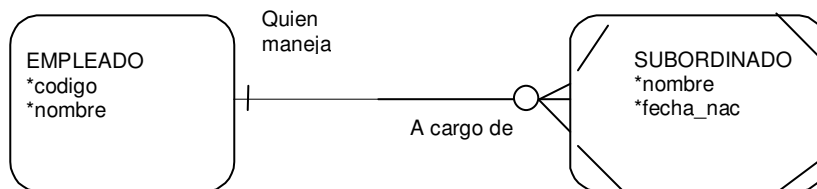


Cómo diferenciar entre atributos y entidades?

- Si un atributo tiene atributos propios, entonces éste realmente es una entidad. Ej.: Determinar si todos los atributos de EMPLEADO son atributos.



El atributo nro_subordinados es un atributo de EMPLEADO; pero si es necesario guardar el nombre y edad de cada subordinado, éste llega a ser una entidad. El atributo nro_subordinados puede ser ahora un atributo derivado.



- Todas las entidades son sustantivos pero no todos los sustantivos son entidades.

Cómo identificar los atributos?

- Examinando las respuestas de los usuarios a las preguntas hechas en las entrevistas:
 Qué información necesita Ud. conocer o guardar acerca de la entidad X ?
 Qué información le gustaría mostrar o imprimir acerca de la entidad X?
- Examinando la documentación: Manuales de procedimientos o sistemas automatizados para descubrir atributos adicionales y omisiones, papelería que se maneja.

CLAVES PRIMARIAS:

Dentro de la modelación de BD una tarea muy importante consiste en especificar cómo se van a distinguir entre sí las entidades. Esta distinción debe expresarse en términos

de los atributos. Para hacer esta distinción se asigna una **superllave** a cada conjunto de entidades.

La superllave es un conjunto de uno o mas atributos que juntos, permiten identificar en forma única, una entidad dentro del conjunto de entidades. Ej.: EMPLEADO = (id_emp, nom_emp, tel, cargo)

El atributo id_emp del conjunto de ocurrencias de empleado es suficiente para distinguir a una ocurrencia empleado de otra. Por tanto id_emp es una superllave.

De igual manera el conjunto de atributos id_emp y nom_emp, es una superllave para el conjunto de entidades empleado. Pero el atributo nom_emp no es una superllave, ya que es posible que varias personas tengan el mismo nombre.

Para modelar una BD, muchas veces lo que se busca es la superllave más pequeña posible. A estas superllaves mínimas se denominan **llaves candidato**.

Ej.: {nom_emp, tel } podría ser suficiente para distinguir a cada uno de los miembros del conjunto de entidades EMPLEADO. Entonces tanto el conjunto {id_emp } como {nom_emp, tel } son llaves candidato.

Aunque los atributos {id_emp, nom_emp } juntos pueden distinguir a las entidades EMPLEADO, su combinación **no** es una llave candidato, puesto que el atributo id_emp por sí solo es una llave candidato.

Se denomina **llave primaria**, a la llave candidato que elija el diseñador de la BD como la forma principal de identificar a las entidades dentro de un conjunto de éstas. También se le denomina el identificador único (UID) y se marca con el símbolo #.

A una entidad que tiene llave primaria se le denomina entidad fuerte o dominante.

Es posible que un conjunto de entidades no tenga suficientes atributos para formar una llave primaria. A la entidad que pertenece a uno de estos conjuntos se le llama entidad débil. Ej.: El conjunto de entidades transacción con atributos nro_tr, valor, fecha_tr; aunque cada entidad transacción es distinta, dos transacciones de diferentes cuentas pueden tener el mismo número de transacción. Así, el conjunto de entidades TRANSACCION no cuenta con una llave primaria.

Un conjunto de entidades débiles no cuenta con una llave primaria. Sin embargo, es preciso tener alguna forma de distinguir entre esas entidades aquellas que dependen de una entidad fuerte determinada. El **discriminador** permite hacer esta distinción.

El discriminador es un conjunto de atributos que permiten distinguir de manera única aquellas entidades que dependen de una entidad fuerte determinada.

Ej.: El nro_tr identifica de manera única a cada transacción de una misma cuenta.

La llave primaria de un conjunto de entidades débiles está formada por la llave primaria de la entidad fuerte de la que depende su existencia, y de su discriminador. Ej.: La llave primaria del conjunto de entidades TRANSACCION es (nro_cta, nro_tr) donde número de cuenta (nro_cta) identifica a la entidad fuerte o dominante de una transacción y nro_tr distingue a las entidades TRANSACCIÓN dentro de una misma cuenta.

Nota: Cuando una entidad en el negocio no tiene un atributo natural que lo identifique de manera única, se define un atributo artificial (código) para usarse como UID, lo cual en la práctica es muy frecuente. Ej.:Cuál sería el UID de CLIENTE?

CLIENTE = (nombre, teléfono)

Como no lo tiene, puesto que dos clientes pueden tener el mismo nombre, se crea un atributo artificial llamado código_cli, el cual será único para cada instancia de la entidad CLIENTE.

CLIENTE = (#*código, *nombre, *teléfono)

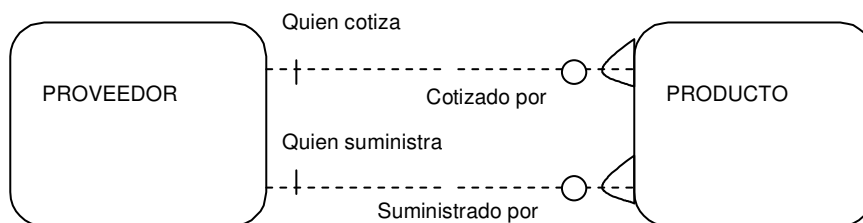
METODOLOGÍA DEL MODELO E-R

La secuencia de pasos necesarios para elaborar un modelo completo son:

1- Identificación de las entidades: Es el primer paso en el modelamiento y el punto de partida de toda actividad posterior dentro del mismo.

2- Identificación de relaciones: Es el segundo paso del modelamiento. En este se identifican las relaciones existentes entre las entidades identificadas en el primer paso, determinando para cada una su significado, su grado y su opcionalidad. La matriz de relaciones es una ayuda útil para determinar la existencia de las relaciones.

Una misma pareja de entidades puede tener más de una relación con diferentes significados.



La conectividad de una relación (1:M, 1:1, M:N) debe identificarse para cada extremo luego de dar su significado, lo mismo que su opcionalidad.

3- Elaboración del diagrama E-R: El propósito fundamental del diagrama es validar el modelo con el usuario final. Puesto que en pasos siguientes se pueden definir nuevas entidades y relaciones, el diagrama construido en esta fase deberá ser revisado posteriormente.

4- Identificación de atributos: La identificación formal de los atributos es el paso siguiente de la elaboración de la primera versión del diagrama. En general una entidad debe tener al menos dos atributos: la llave primaria y un descriptor.

5- Diseño de los registros lógicos de la BD. Este paso depende del tipo de BD empleada para implementar la aplicación. El modelo E-R provee reglas de transformación distintas para producir el diseño lógico para BD relacionales, jerárquica o de red.